

CARACTERIZAÇÃO PARCIAL DE AMIDO DE BANANA-NANICA (*Musa sp.* AAA Cavendish)¹

Maurício Henriques Louzada Silva²
Cassiano Oliveira da Silva²

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho isolar e caracterizar parcialmente o amido de banana-nanica. A escolha da banana verde deve-se ao fato de ela ter alto teor de amido (70%, em base seca) e facilidade de cultivo no Brasil. O poder de inchamento em temperatura ambiente foi de 1,89 g/g, ao passo que a 98°C foi de 23,3 g/g. Os índices de solubilização, nessas mesmas condições, foram 0,62 e 13,61%, respectivamente, apresentando alta correlação linear ($r^2 = 0,99$), ou seja, à medida que o grânulo de amido absorvia maiores quantidades de água, a solubilização aumentava. A densidade absoluta e a viscosidade intrínseca foram 1,53 e 1,98 mL/g, respectivamente. Os amilogramas sugerem a presença de forças homogêneas na estabilização da estrutura do grânulo e resistência à ação mecânica durante a fase de temperatura constante (95°C). A temperatura inicial de pasta foi de 58 e 65°C, sendo maior em concentrações mais baixas. A viscosidade máxima foi fortemente influenciada pela concentração de amido, ou seja, quanto maior a concentração, maior a viscosidade máxima. O gel apresentou aumento de consistência proporcional ao tempo de armazenamento, provavelmente devido à sinérese ocorrida durante a retrogradação do amido.

Palavras chave: amido, banana, caracterização parcial.

ABSTRACT

PARTIAL CHARACTERIZATION OF STARCH IN BANANA NANICA (*Musa sp.* AAA Cavendish)

The objectives of this work were to isolate and partially characterize starch in banana. Unripe banana was chosen as a source of starch for containing a high starch content (70% in a dry basis) and for being easily cultivated in Brazil. Its swelling power at room

¹ Aceito para publicação em 21.09.2004.

² Dep. Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. 36570-000 Viçosa, MG.
E-mail: mauricio.louzada@bol.com.br

temperature was 1.89g/g but 23.3g/g at 98°C. Solubility index under these conditions was 0.62 and 13.61 %, respectively, with a high linear correlation ($r = 0.99$), i.e., solubility increased as the starch granule absorbed greater amounts of water. Absolute density and intrinsic viscosity were 1.53 g/mL and 1.98 mL/g, respectively. Amylographic evaluation suggested the presence of homogeneous forces in granule structure stabilization and resistance to mechanical action during constant temperature phase (95°C). Initial paste temperature presented values of 58 and 65 °C, being higher at lower concentrations. Maximum viscosity was strongly influenced by starch concentration, i.e., the higher the starch concentration, the higher the maximum viscosity. Gel presented an increase in consistency proportional to storage time, probably due to the sineresis that occurred during starch retrogradation.

Key words: starch, banana, partial characterization.

INTRODUÇÃO

A bananeira, a maior planta herbácea cultivada no mundo, cresce abundantemente em diversos países em desenvolvimento, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, e é considerada uma das principais fontes de energia (17). Seu fruto é sazonal, climatérico e perecível, sendo considerado o quarto alimento mais cultivado no mundo, depois do arroz, trigo e milho (2). É de grande interesse o processamento da banana-nanica verde em amido, em virtude da concentração elevada desta substância (acima de 70% em base seca), tendo em vista a possibilidade de aplicação como ingrediente na indústria de alimentos (4).

O amido é uma das substâncias mais comuns, dentre as que existem naturalmente, e é um constituinte básico da dieta alimentar. As fontes mais comuns são os cereais, as raízes e os tubérculos. Entretanto, seja por interesse científico ou econômico, outras fontes estão sendo extensivamente investigadas (4, 16).

Na indústria alimentícia, o amido é usado como ingrediente que, além de ter valor nutritivo, melhora as propriedades reológicas dos alimentos. Dependendo do tipo e da quantidade, ele pode facilitar o processamento, melhorar a textura e espessura, e proporcionar aparência desejável e maior vida-de-prateleira ao produto (4, 6, 14).

Muitos pesquisadores têm se dedicado a compreender mais sobre a estrutura de diversos amidos e suas características físico-químicas, buscando acentuar sua funcionalidade e introduzir novas propriedades para atender ao mercado (3, 5, 15). A aceitação de um amido para determinada finalidade depende de uma série de fatores relacionados ao inchamento, gelatinização, retrogradação, consistência do gel formado, dentre outros (14).

O presente trabalho objetivou isolar o amido da banana-nanica verde, determinar suas características viscoamilográficas (propriedades de pasta), poder de inchamento, índice de absorção de água, densidade e

viscosidade intrínseca, e avaliar a variação de consistência do gel armazenado sob refrigeração (4°C).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Amido e Farinhas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Todas as análises foram realizadas em triplicata, e o valor médio foi utilizado para discussão.

Isolamento do amido de banana

Foram utilizados 70 kg de banana-nanica verde (*Musa sp.* AAA Cavendish), adquirida na Horta Velha São José do Triunfo, da Universidade Federal de Viçosa.

Na extração do amido, foi utilizada a seguinte técnica: as bananas, depois de descascadas e picadas em pedaços, foram trituradas em liquidificador industrial, utilizando-se a proporção de quatro partes de água para cada parte de banana. A polpa foi colocada em uma despoldadeira e lavada com água. Posteriormente, o material foi decantado durante 12 horas, sob refrigeração. O sobrenadante foi descartado, e o material depositado nos tanques de decantação foi ressuspenso em água e passado em tecido de náilon com malhas de aproximadamente 250 µm de diâmetro. Centrifugou-se a suspensão de amido durante dez minutos, a 3.000 rpm. Repetiu-se cinco vezes essa operação, até que se obtivesse um amido bem claro, que foi seco a 50°C, em estufa com ventilação forçada, durante 12 horas. Depois de seco, o amido foi pulverizado em almofariz com pistilo, sem passar na seção de peneiras.

Caracterização do amido

Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade (IS)

O índice de absorção de água (IAA) ou poder de inchamento, e o índice de solubilidade (IS) foram determinados de acordo com a metodologia modificada por Waliszewski et al. (17). Quatro suspensões de amido (5% p/v) foram preparadas em copos metálicos e aquecidas a 25, 50, 70 e 98°C, respectivamente, durante 30 minutos, com agitação a cada cinco minutos, seguidas de resfriamento à temperatura ambiente e centrifugação por 10 minutos, a 3.000 rpm. Alíquotas de 10 mL do sobrenadante foram secas em estufa a 105°C, por 3 horas, e o índice de

solubilidade foi determinado por gravimetria. O poder de inchamento foi determinado gravimetricamente, por meio da utilização do amido decantado nos copos metálicos, após a separação do sobrenadante usado na determinação do índice de solubilidade.

Determinação da viscosidade intrínseca e densidade absoluta

A viscosidade intrínseca foi determinada segundo o método de Cruz e El-Dash (9). Utilizou-se um viscosímetro de Ostwald nº 50, a 25°C, para efetuar as medidas de tempo de escoamento nas concentrações de 0,2; 0,4; 0,6; e 0,8% de amido em solução-padrão de KOH 1 N. A viscosidade específica foi obtida a partir da relação T/T_0 , em que T foi o tempo de fluxo, em segundos, na concentração testada, e T_0 o tempo de escoamento da solução de KOH 1 N. A viscosidade específica (VE) foi dada por $T/T_0 - 1$, e a reduzida por, VE/concentração de amido. A viscosidade reduzida *versus* a velocidade específica foi extrapolada para a abscissa zero, resultando na viscosidade intrínseca.

A densidade absoluta foi determinada segundo o método descrito por Schoch e Leach (12), por meio de deslocamento do líquido em picnômetro. Para o cálculo da densidade do xileno, o volume exato do picnômetro foi determinado com água destilada a 30°C.

Propriedades da pasta

Determinaram-se as características de viscosidade do amido de banana-nanica verde utilizando um viscoamilógrafo Brabender, nas concentrações de 5, 6 e 8% (base de 14% de umidade), segundo a metodologia de Mazurs et al. (11).

Consistência do gel

Para estimar a taxa de retrogradação do amido, avaliou-se a consistência do gel, preparado por aquecimento de uma suspensão de 9% de amido e armazenado à temperatura de refrigeração (4°C), segundo metodologia descrita por Kamel e Rasper (10), modificada por Segall (13). Foi usado um penetrômetro de precisão, marca Helvan Helnor, com pistão circular (36 mm de diâmetro, 3 mm de espessura, lados planos, pesando 23 g). A escala do penetrômetro foi zerada quando o pistão tocou a superfície do gel a ser testado, sem causar deformação neste. A medida de deformação foi registrada em milímetros, após 15 segundos de compressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilização (IS)

O IAA do amido de banana-nanica, em temperatura ambiente foi 1,892 g/g, e o IS nesta temperatura foi de 0,62%. À medida que se aumenta a temperatura da suspensão, o grânulo do amido absorve maiores quantidades de água, em razão do rompimento de ligações de pontes de hidrogênio e, conseqüentemente, aumentando a solubilização do amido (14).

O Quadro 1 e a Figura 1 apresentam o IAA e o IS em diferentes temperaturas.

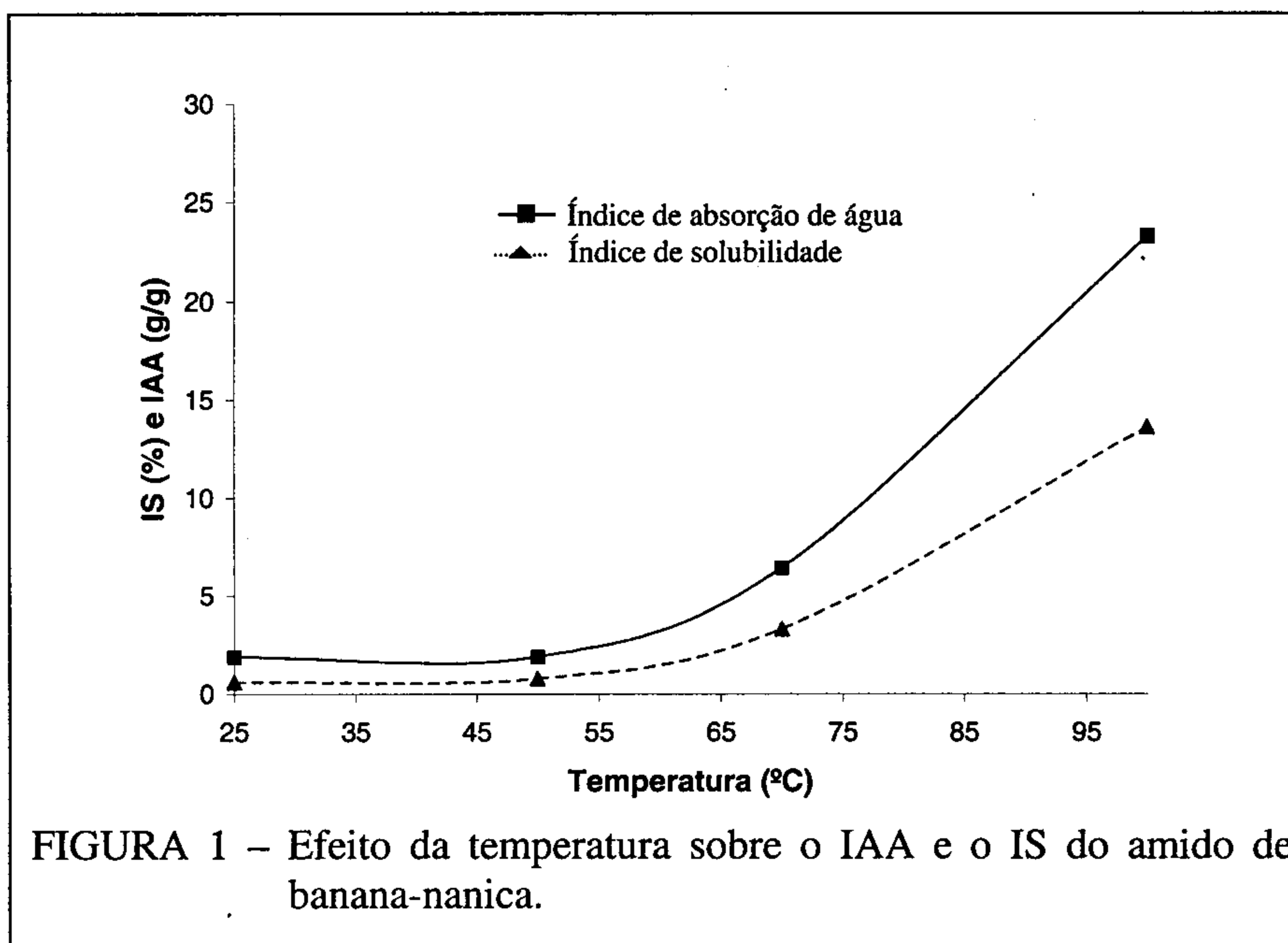
Temperatura (°C)	IAA (g/g)	IS (%)
25	1,892 ± 0,040 ^a	0,617 ± 0,060
50	1,899 ± 0,001	0,806 ± 0,080
70	6,479 ± 0,223	3,310 ± 0,180
98	23,295 ± 0,423	13,610 ± 0,777

^aMédia ± desvio-padrão.

Observa-se inclinação mais acentuada da curva de absorção de água a partir de 60°C, sugerindo o início da formação de pasta (Figura 1). Pelo formato da curva, pode-se dizer que os grânulos são resistentes e menos susceptíveis à ruptura com o aquecimento prolongado, em razão da baixa tendência ao inchamento, ou seja, estes resultados indicam um forte arranjo miscelar a ser rompido. Cruz e El-Dash (9) encontraram IAA de 60 g/g em amido de chuchu a 100°C, enquanto Ciacco e Cruz (7) citaram IAA de aproximadamente 58 e 24 g/g em amido de mandioca e milho a 100°C, respectivamente, e 80 g/g em amido de batata a 65°C. Portanto, o amido de banana gelatiniza-se mais lentamente e incha menos, quando comparado com os de mandioca e batata.

O aumento da solubilidade com a gelatinização é a base para a confecção de alimentos amiláceos pré-preparados. Algumas farinhas pré-gelatinizadas, como a de batata, são parcialmente solúveis em água fria, em razão do seu alto IS, o que facilita a elaboração de produtos como o purê de batata. Portanto, sugere-se que o amido de banana não seja aplicado para esses tipos de alimentos, devido ao seu baixo IS.

A Figura 2 apresenta a correlação entre o poder de inchamento e o índice de solubilização.



À medida que o grânulo de amido vai absorvendo maiores quantidades de água, com o aumento da temperatura, a solubilização vai aumentando (Figura 2). O coeficiente de correlação linear de 0,9997 indica alta correlação entre o poder de inchamento e a solubilização do amido de banana-nanica.

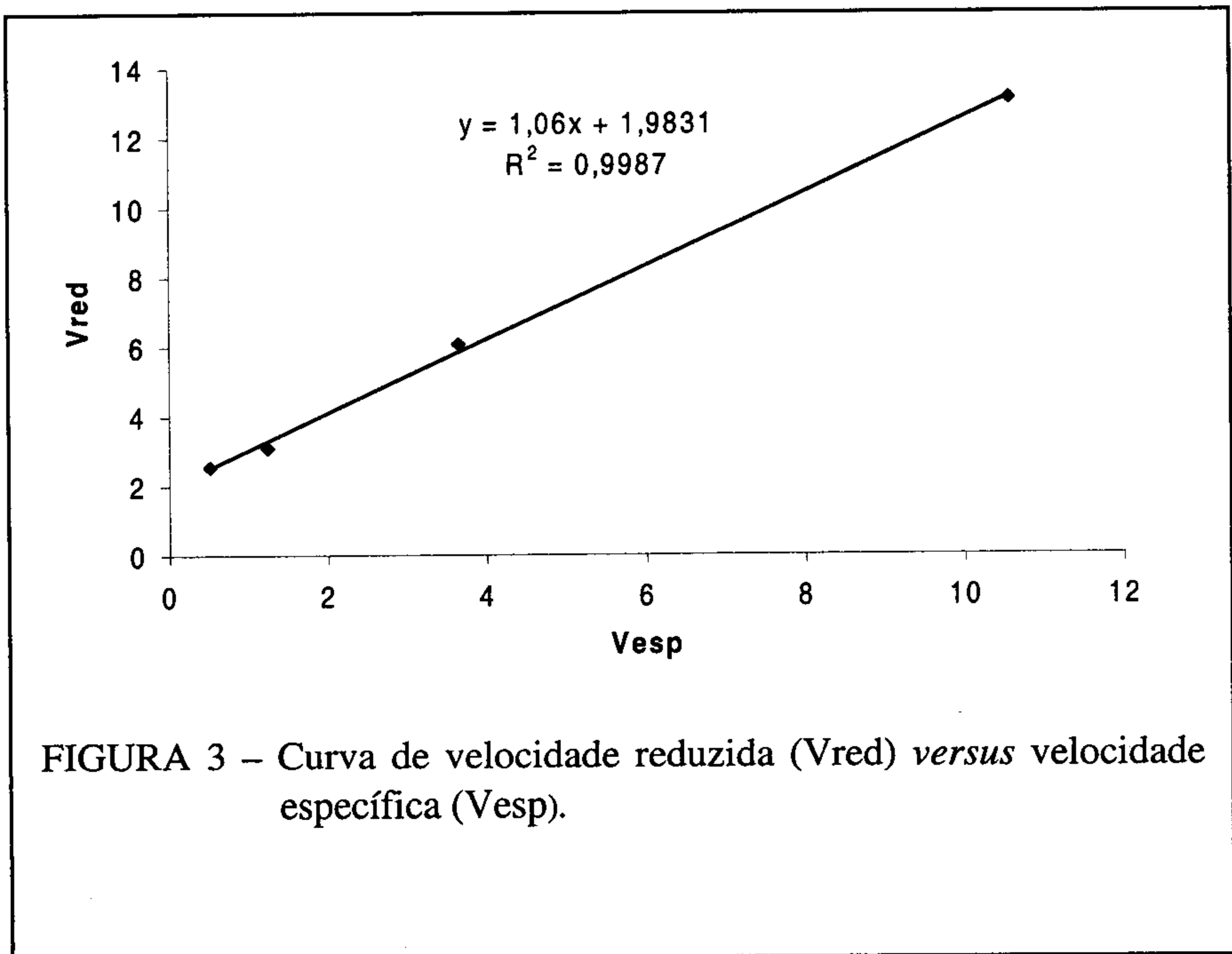
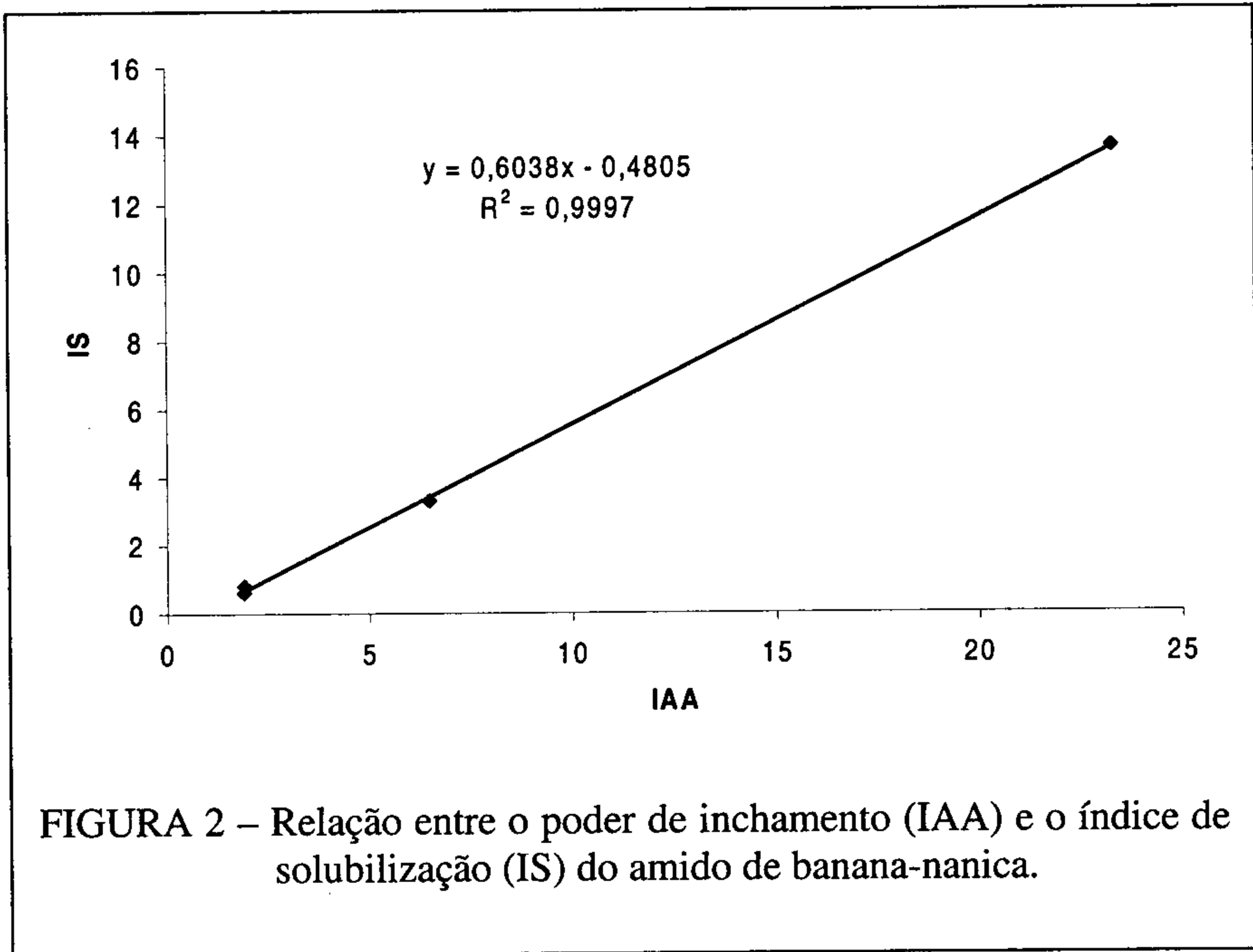
Viscosidade intrínseca e densidade absoluta

A Figura 3 apresenta o gráfico da velocidade específica em função da velocidade reduzida utilizada na determinação da viscosidade intrínseca.

A viscosidade intrínseca do amido de banana foi de 1,98 mL/g. Segundo Cruz (8), esta é uma medida da fricção interna ou resistência ao deslocamento de moléculas de alto peso molecular em uma solução.

Cruz (8) encontrou viscosidades de 1,78 e 1,81 mL/g, respectivamente, em amido de chuchu e milho. Amante (1) observou, em amido de batata-doce, de 1,13 a 2,78 mL/g.

A densidade absoluta do amido de banana foi de $1,5280 \pm 0,0098$ g/mL, semelhante a de batata-doce (1,5180 g/mL), mandioca (1,5210 g/mL), milho (1,5170 g/mL) e cará-de-rama (1,5340 g/mL) (14). Esta propriedade representa o conteúdo de material por unidade de volume real ocupado pelo material. É por meio dele que se calcula o volume específico, sendo estes de muita utilidade no dimensionamento de embalagens e equipamentos (1).



Propriedades da pasta

As curvas viscoamilográficas obtidas para o amido de banana-verde, em concentrações de 5, 6 e 8% (base de 14% de umidade), estão apresentadas na Figura 4, e o Quadro 2 mostra os dados obtidos a partir dessas curvas de viscosidade.

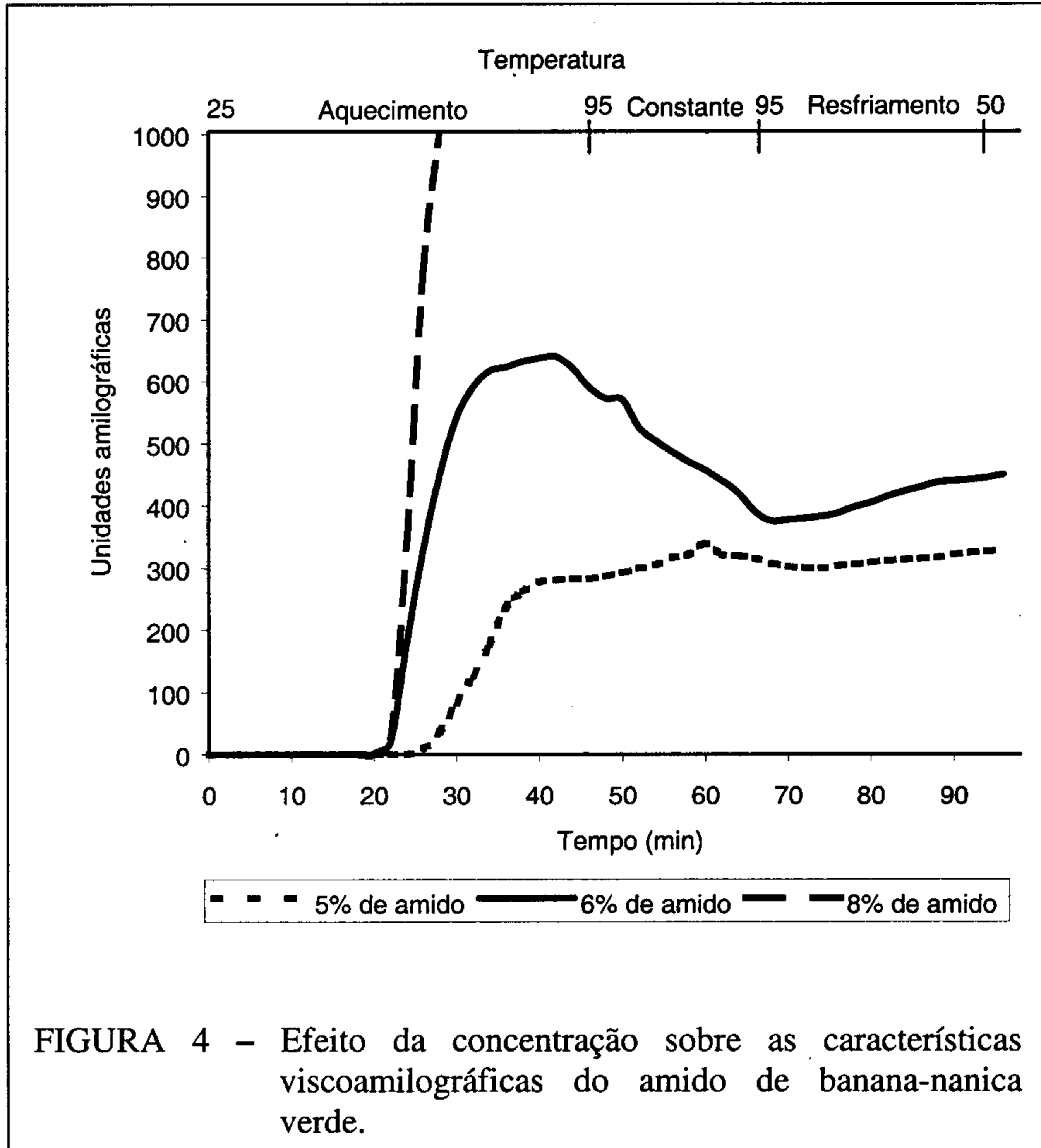


FIGURA 4 – Efeito da concentração sobre as características viscoamilográficas do amido de banana-verde.

O comportamento do amido no viscoamilógrafo Brabender é determinado pela extensão do entumescimento do grânulo e resistência do grânulo entumescido à dissolução (ou rompimento) pelo calor ou fricção (7).

O amido de banana-verde apresenta um único estágio de desenvolvimento, o que indica a existência de forças associativas mantendo a estrutura do grânulo (Figura 4). A resistência à ação mecânica, verificada durante o período de temperatura constante, mostra que esse

amido tem fortes ligações, semelhantes a dos amidos inter cruzados quimicamente. Conforme mencionado, os grânulos com baixo poder de inchamento são mais resistentes e menos susceptíveis à ruptura com o aquecimento prolongado e, ou, agitação mecânica. Esses resultados estão de acordo com Ciacco e Cruz (7), segundo os quais o poder de inchamento está, geralmente, relacionado com a estabilidade da viscosidade. Portanto, esse tipo de amido é preferido como espessante em alimentos que exigem longo tempo de tratamento térmico sob agitação, por exemplo, nos processos que envolvem tratamento com altas temperaturas e pressão, como autoclavagem, fabricação de sopas, produtos em conservas e esterilização de luvas cirúrgicas.

Teixeira et al. (16) relataram que uma suspensão de amido de banana, variedade *Musa* AAB 'Terra', apresentou aumento abrupto da viscosidade em razão do aumento da temperatura, indicando que as forças que mantêm seus grânulos são homogêneas, e a estrutura cristalina que mantém o grânulo não foi tão coesa como seria esperado para um amido com alto teor de estruturas resistentes à hidrólise. Entretanto, de acordo com os resultados referentes à variedade *Musa* AAA 'Nanica', pode-se sugerir que a estrutura que mantém o grânulo é coesa, em razão de não haver queda acentuada da viscosidade durante o período de temperatura constante.

A temperatura inicial de pasta do amido de banana-nanica verde, que indica o início de cocção, foi de 58 e 65°C, sendo maior em concentrações mais baixas, visto que, ao se aumentar a concentração de amido, pequenas variações no tamanho do grânulo são mais facilmente detectadas pelo viscoamilógrafo. Os resultados confirmam que a temperatura inicial de pasta sugerida na Figura 1 (em torno de 60°C) está de acordo com a observada no amilograma (65°C) em concentração de 5% de amido (base de 14% de umidade).

A viscosidade máxima foi fortemente influenciada pela concentração de amido. Isso pode ser atribuído à forte interligação estrutural desse amido. Comparado com outros (Quadro 3), na mesma concentração, o amido de banana-nanica verde apresentou valores elevados de viscosidade máxima, permitindo o uso de quantidades menores para atingir a mesma viscosidade obtida por outros amidos. Sua utilização trará economia em produtos consumidos quentes, como sopas, e aqueles que necessitam de consistência mais firme.

O *set back*, diferença entre a viscosidade final e a mínima, que expressa tendência de retrogradação do amido, aumentou com o incremento da concentração de amido, indicando maior tendência de retrogradação em concentrações crescentes. Entretanto, o amido de banana apresentou menor *set back*, quando comparado com o amido de diferentes linhagens de batata-doce (em concentração de 6%), que apresentaram *set back* entre 152 e 335 U. A. (1), e o amido de chuchu (150 U. A.), mandioca (180 U. A.) e milho (225 U.

A.) em concentrações de 6,5% (9). Portanto, sugere-se que o amido de banana-nanica verde tenha baixa tendência a retrogradação.

QUADRO 3 – Efeito da concentração sobre a viscosidade máxima de amidos de diferentes origens					
Concentração	Semente de abacate ^a	Mandioca ^b	Milho ^b	Chuchu ^b	Banana-nanica Verde
6%	Não forma gel	610	60	510	640
8%	190	990	400	900	>1000

^aSilva (1995).
^bCruz (1982).

Consistência do gel

A firmeza do gel pode ser medida durante o armazenamento sob refrigeração, por meio da mudança em sua deformação elástica, como forma de acompanhar a tendência de retrogradação do amido, assim estabelecendo a rigidez do gel na forma de módulo de elasticidade, conforme Collison, 1968, citado por Silva (14).

A variação de consistência do gel formado em concentração de 9% de amido de banana verde, armazenado sob refrigeração (4°C), é mostrada na Figura 5.

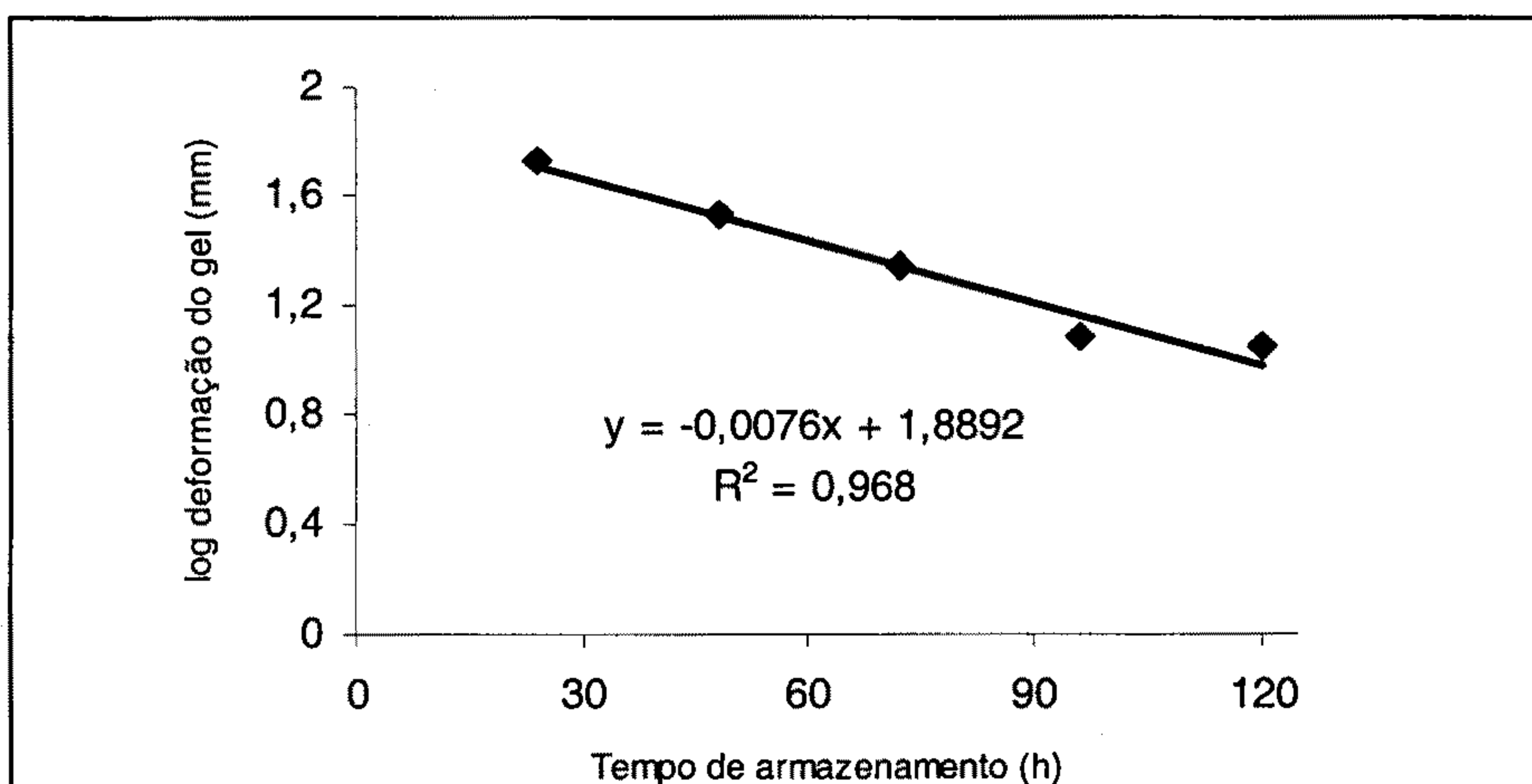


FIGURA 5 – Variação da taxa de deformação do gel de amido de banana-nanica verde, em função do tempo de armazenamento em temperatura de refrigeração (4°C).

O gel apresentou um aumento de consistência, em razão da diminuição de sua deformação. À medida que o tempo aumenta, a curva também torna-se mais descendente, o que indica maior retrogradação. Este ganho de consistência deve-se provavelmente à sinérese (perda de água) do amido retrogradado, que ocorreu ao longo do processo resultando, em um gel mais compacto e resistente à deformação.

CONCLUSÕES

1) O amido de banana-nanica apresenta baixo índice de solubilização (IS), sugerindo-se que não seja utilizado em alimentos amiláceos pré-preparados.

2) Comparado com outros (semente de abacate, mandioca, milho e chuchu), na mesma concentração, o amido de banana-nanica mostra maior viscosidade máxima, permitindo o uso de quantidades menores para atingir a mesma viscosidade obtida por outros amidos.

3) O amido de banana-nanica apresenta baixa tendência ao inchamento.

4) Considerando a viscosidade intrínseca e o comportamento na avaliação viscoamilográfica, sugere-se que o amido de banana-verde apresenta alta associação molecular, que é evidenciada normalmente em amidos interligados. Este comportamento pode ser de grande utilidade nos processos em que condições adversas de cocção e agitação fazem parte das etapas de processamento, como esterilização em altas temperaturas e pressão absoluta.

5) O amido apresenta características tecnológicas favoráveis para o seu uso na indústria alimentícia. Entretanto, sugere-se que mais estudos sejam realizados, principalmente com outras variedades.

REFERÊNCIAS

1. AMANTE, E.R. Caracterização de variedades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) e de batata-doce (*Ipomoea batatas*). Viçosa, UFV, 1986. 109p. (Tese de mestrado).
2. ANON. Banana INIBAP international network for the improvement of banana and plantain. Disponível em: www.inibap.org. Acesso em novembro de 2003.
3. BAKER, L.A. & RAYAS-DUARTE, P. Freeze-thaw stability of amaranth starch and effects of salt and sugars. *Cereal Chemistry*, 75:301-07, 1998.
4. BELLO-PÉREZ, L.A.; AGAMA-ACEVEDO, E.; SANCHEZ-HERNADEZ, L. & PAREDES-LÓPEZ, O. Isolation and partial characterization of banana starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47:854-57, 1999.
5. BEMILLER, J.N. Starch modifications: challenges and prospects. *Starch*, 49:127 - 31, 1997.
6. BILIADERIS, C.G. The structure and interactions of starch with foods constituents. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 69:60-78, 1991.

7. CIACCO, C.F. & CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 152p. (Série tecnologia agroindustrial).
8. CRUZ, R. Isolamento, caracterização e modificações de amido de chuchu (*Sechium edule*, Swartz). Campinas, UNICAMP, 1982. 266p. (Tese de doutorado).
9. CRUZ, R. & EL-DASH, A.A. Isolamento e caracterização de amido de chuchu. *Revista Ceres*, 31:173-88, 1984.
10. KAMEL, B.S. & RASPER, V.F. Comparison of precision penetrometer and Baker compressimeter in testing bread crumb firmness. *Cereal Foods World*, 31(3):269-74, 1986.
11. MAZURS, E.G.; SCHOCH, T.J. & KITE, F.E. Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. *Cereal Chemistry*, 34(3):141-52, 1957.
12. SCHOCH, T.J. & LEACH, H.W. Determination of absolute density. Liquid displacement. In: Whistler, R. L. & Wolfrom, M. L. *Methods in carbohydrate chemistry*. New York, Academic Press, 1964. v.4, p.101-3.
13. SEGALL, S.D. Utilização de farinhas mistas na formulação de bolos. Viçosa, UFV, 1993. 61p. (Tese de Mestrado).
14. SILVA, C.M.R. Isolamento e caracterização de amido de semente de abacate (*Persea americana* Mill). Viçosa, UFV, 1995. 58p. (Tese de mestrado).
15. SINGHAL, R.S. & KULKARNI, P.R. Some properties of *Amaranthus paniculatas* (Rajgeera) starch pastes. *Starch/Staerke*, 49:5-7, 1990.
16. TEIXEIRA, M.A.V.; CIACCO, C.F.; TAVARES, D.Q. & BONEZZI, A.N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e banana. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18(2):246, 1998
17. WALISZEWSKI K.N.; APARÍCIO, M.A.; BELLO, L.A. & MONROY, J.A. Changes of banana starch by chemical and physical modification. *Carbohydrate Polymers*, 52: 237-42, 2003.